

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 62-238447

(43)Date of publication of application : 19.10.1987

(51)Int.Cl.

G01N 22/04

(21)Application number : 61-081271

(71)Applicant : DAIPOOLE:KK

(22)Date of filing : 09.04.1986

(72)Inventor : MAENO YORHIKO

**(54) METHOD FOR MEASURING QUANTITY OF WATER AND BASIS WEIGHT OF FLAT MATERIAL BY MICROWAVE CAVITY RESONATOR****(57)Abstract:**

**PURPOSE:** To enhance measuring accuracy while dispensing with correction, by a method wherein each constant coefficient of a predetermined characteristic equation is calculated by actual measurement using a specimen of which quantity of water and basis wt. (mass per unit area) are known, and the frequency and voltage of the microwave of a material to be measured at the max. resonance point are measured to calculate the quantity of water and the basis wt. from the aforementioned characteristic equation.

**CONSTITUTION:** A large number of specimens each known in its quantity (x) of water and basis wt. (y) and, for each kind of the material of each specimen, the frequency (f) and voltage (v) of a microwave at the max. resonance point thereof and the data group of the quantity (x) of water and the basis wt. (y) are actually measured to determine each constant coefficient of formula I (wherein R0, F1, F2, F3, V0, V1, V2, V3... are constant coefficient and F3 and V3 are not zero identically). By measuring the frequency (f) and voltage (v) of the microwave of a material to be measured at the max. resonance point using the formula I of which constant coefficients are determined, the quantity (x) of water and the basis wt. (y) can be measured simultaneously. Even if formula II is used, a value not too deviated from an actual value can be obtained.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-238447

⑪ Int.Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和62年(1987)10月19日

G 01 N 22/04

8406-2G

審査請求 有 発明の数 1 (全4頁)

⑭ 発明の名称 マイクロ波空洞共振器による平面状材料の水量と坪量の測定方法

⑮ 特 願 昭61-81271

⑯ 出 願 昭61(1986)4月9日

⑰ 発 明 者 前 野 頼 彦 東京都杉並区荻窪5丁目12番 7-702号 株式会社ダイ  
ボール内

⑱ 出 願 人 株式会社 ダイボール 東京都杉並区荻窪5丁目12番 7-702号

⑲ 代 理 人 弁理士 沢田 雅男 外1名

## 明 細 書

## 〔産業上の利用分野〕

本発明は、マイクロ空洞共振器を使用して平面材料の水量と坪量を計測するための測定方法に関するものである。

## 〔従来の技術〕

マイクロ波空洞共振器を使用した計測技術は、特公昭58-30534に開示されている装置等を用いて、製紙工程における紙のオンライン水量計測装置に應用されている。代表的な装置の主要部は被測定物挿入用の間隙を設けた一対の直方体形状空洞共振器から構成されている。水量 $x$ の計測はこの隙間に紙を挿入した時のマイクロ波の最大共振電圧 $v$ を実測して算出する方法がとられている。代表的な従来の水量 $x$ の算出方法は、最大共振電圧 $v$ が紙の水量 $x$ のみに比例するとし、比例定数を経験的に決める方法である。この方法では水量 $x$ の計測が温度や湿度等の測定環境の、微妙な変化に著しく左右されるために、各装置ごとにそれぞれ熟練と経験に基づいた極めて複雑で取り扱いが難

## 1. 発明の名称

マイクロ波空洞共振器による平面状材料の水量と坪量の測定方法

## 2. 特許請求の範囲

マイクロ波空洞共振器を使用して平面状の被測定材料の水量 $x$ と坪量 $y$ を計測する方法に於いて、水量 $x$ と坪量 $y$ が既知のサンプルに対してマイクロ波の最大共振点における周波数 $f$ と電圧 $v$ を実測して、少なくとも $x$ と $y$ の積の項を含む次の特性方程式

$$f = F_0 + F_1 \cdot x + F_2 \cdot y + F_3 \cdot xy + \dots$$

$$v = V_0 + V_1 \cdot x + V_2 \cdot y + V_3 \cdot xy + \dots$$

の各定数を決定した後、被測定材料の周波数 $f$ と電圧 $v$ を測定して、当該特性方程式より水量 $x$ と坪量 $y$ を算出することを特徴とした測定方法。

## 3. 発明の詳細な説明

## 特開昭62-238447(2)

しい補正曲線を必要とする。その結果、測定精度も水量の実効測定範囲3%~13%に於いて数%から5%以上もばらつき、測定の信頼性、再現性、安定性を著しく欠いている。

一方、マイクロ波空洞共振器を使用して紙の坪量(単位面積当たりの質量)を計測する方法は従来全く行われていない。実際製紙工程における坪量の計測は、取り扱いに危険が伴うβ線を使用し行われている。β線を使用した測定精度は坪量の実効測定範囲10g/m<sup>2</sup>~800g/m<sup>2</sup>で3g/m<sup>2</sup>もばらつき、精度にも問題がある。

(発明が解決しようとする問題点)

マイクロ波空洞共振器を使用して、平面状材料の水量と坪量を測定する方法に於いて、本発明が解決しようとする問題点は次の2点である。

第1に、従来、水量の計測には熟練と経験に基づいた複雑な補正が不可欠であった。このため測定精度が著しく悪く、前述のごとく、例えば紙の水量計測の場合数%から5%以上のばらつきが生じ

ている。さらに従来の測定方法に於いては測定の信頼性、再現性及び安定性を著しく欠いているとともに、補正曲線を測定毎にいちいち確定しなければならない等操作性も極めて悪いと言う問題点もある。

第2に、従来、マイクロ波空洞共振器を使用した平面状材料の坪量の計測は不可能であった。実際前述のごとく例えば紙の坪量計測にはβ線が使用されている。β線は人体に危険であるとともに、取り扱いには極めて注意を要し、かつ装置が著しく高価であるといった問題点がある。

上記2点から理解される様に、特に水量と坪量の計測は製紙工程における不可欠の物性量でありながら、従来マイクロ波空洞共振器及びβ線の様に全く個別の計測手段が用いられていた。しかも、そのいずれの測定手段も精度が悪く、操作性、信頼性、再現性、安定性も著しく欠いていた。また従来の装置はいずれも高価で、常時保守点検を行う事が不可欠であった。

(問題を解決するための手段)

本発明に於いては、マイクロ波空洞共振器を使用して平面状の被測定材料の水量xと坪量yを計測する際に、水量xと坪量yが既知のサンプルに対してマイクロ波の最大共振点における周波数fと電圧vを実測して、少なくともxとyの積の項を含む次の特性方程式

$$f = F_0 + F_1 \cdot x + F_2 \cdot y + F_3 \cdot xy + \dots$$

$$v = V_0 + V_1 \cdot x + V_2 \cdot y + V_3 \cdot xy + \dots$$

の各定数を決定した後、被測定材料の周波数fと電圧vを測定して、その特性方程式より水量xと坪量yを算出することにより上記問題点を解決した。

(作用)

本発明による測定方法は、マイクロ波空洞共振器を使用して平面状材料の水量x(g/m<sup>2</sup>)と坪量y(g/m<sup>2</sup>)を計測する場合、水量xと坪量yがそれぞれ独立にマイクロ波の最大共振点における周波数fと電圧vの実測データに寄与するので

はなく、水量xと坪量yが互いに相互に関係して周波数fと電圧vに寄与することを本発明者が新たに発見した事に基づいている。被測定材料を空洞共振器に挿入した場合にその材料の材質の違いにより最大共振点がどのように変化するかをあらかじめ予測することは困難である。つまり、マイクロ波は水分に相当吸収されてしまうので、最大共振電圧もその吸収に強く影響されることが定性的に理解される。しかし、定量的にそれを予測することは、極めて困難であった。しかも、坪量に関しては共振点への影響を定性的にすら予測することができなかった。

本発明は、水量xと坪量yが既知の多数のサンプルを用意し、そのサンプルの材料の種類ごとにf、vとx、yのデータ群を実測して次の特性方程式の各係数を決定する。その特性方程式は

$$f = F_0 + F_1 \cdot x + F_2 \cdot y + F_3 \cdot xy + \dots$$

$$v = V_0 + V_1 \cdot x + V_2 \cdot y + V_3 \cdot xy + \dots$$

に要約される。F<sub>0</sub>、F<sub>1</sub>、F<sub>2</sub>、F<sub>3</sub>、V<sub>0</sub>、V<sub>1</sub>、V<sub>2</sub>、V<sub>3</sub>...は定数係数でサンプルの水量xと坪量yの実測値

## 特開昭62-238447(3)

により確定されるが、紙の測定に於いては少なくとも  $F_1$ 、 $V_1$  は恒等的に 0 でないと言う条件を付加している。この各定数係数の確定した特性方程式を用いて、被測定材料の  $f$ 、 $v$  を測定することによって、水量と坪量を同時に計測することができる。

実際、後述する実施例に見られるごとく紙に対しては高々  $x$  と  $y$  の積の項まであれば充分で、より高次の項は不必要である。この場合の積の項  $x y$  の定数係数  $F_3$ 、 $V_3$  のうち、 $F_3$  の値は  $V_3$  の値に対して約 3 桁程小さい値となっており、周波数  $f$  に対しては水量  $x$  と坪量  $y$  がいずれも一次の項で寄与し、電圧  $v$  に対しては水量  $x$  と坪量  $y$  が完全に相互作用した形で寄与することが判明した。

平面材料としては、紙以外にベニヤ板、繊維、フィルム、あるいは粉粒体、セラミック等、プレート状にできる素材に本発明の測定方法を用いることができる。

本発明は、物性量として水量と坪量の 2 種類に限定したが、坪量とはほぼ性質が同等の厚さを測定

する場合及びその他屈折率、誘電率等多くの他の物性量にも適用可能である。これらの場合には各物性量の積の項だけに限らず、より高次の積ないし高次の項が含まれる可能性がある。いずれも本発明の測定方法に従って多数のサンプルを用いて実験的に求めることができる。さらに、本発明による測定方法から容易に類推される様に、特性方程式の各項を何次の項まで取ればよいかを実験的に確定することによって 3 種類以上の測定物性量を同時に測定することも可能である。

## 〔実施例〕

具体的な実施例に基づいて本発明による測定方法をより詳細に説明する。

空洞共振器は 3 GHz のマイクロ波を利用するために開口  $34 \times 76 \text{ mm}$ 、深さ  $36 \text{ mm}$  の空洞が間隙  $10 \text{ mm}$  で対置させた一對の直形状で構成されている。被測定材料は紙とした。あらかじめ恒温室等で調整されて水量と坪量が従来の測定手段により既知となっているサンプル材料として、水量  $x$  がパー

セント換算で 3%~13% の間にある 30 種類、及びそれぞれのサンプルの坪量が  $10 \text{ g/m}^2 \sim 800 \text{ g/m}^2$  の間にある 50 種類の 1500 個のサンプルについてマイクロ波の最大共振周波数  $f$  と電圧  $v$  を実測し、3000 種類の実測データ群を用意した。この実測データ群を用いて、水量  $x$  と坪量  $y$  が  $f$ 、 $v$  にどのように依存するかを検討した所、高々  $x$  と  $y$  の積の次数までを考慮すれば、以下の特性式により決定される水量  $x$ 、坪量  $y$  の値が実際の値とそれ程かけ離れていないことを発見した。従って紙の測定の場合には特性方程式は積の項までを考慮すれば充分であるので

$$f = F_1 \cdot x + F_2 \cdot y + F_3 \cdot x y$$

$$v = V_1 \cdot x + V_2 \cdot y + V_3 \cdot x y$$

となる。前記データ 3000 個を用いて各定数係数が次の様に確定された：

$$F_1 = 0.341, \quad F_2 = 25.479, \quad F_3 = -8.575 \times 10^{-3}$$

$$V_1 = 2.547, \quad V_2 = 29.643, \quad V_3 = -0.144$$

マイクロ波の最大共振点における周波数  $f$  と電圧  $v$  のみを実測することにより上記の特性方程式か

ら紙等の被測定物の水量  $x$  と坪量  $y$  を容易に算出することができる。

物理的にはマイクロ波が水分によって吸収されるので共振電圧  $v$  がその吸収に強く影響されることはすでに述べたが、上記特性方程式にはこの事実が充分反映されているとともに、さらに定量的に予測できなかったその他の要因もこの特性方程式に表現されていることがわかる。

実効測定範囲について水量をパーセント換算すると 3%~13% の間で  $\pm 0.2 \%$  が実測として保証された。坪量の場合は実効測定範囲  $10 \text{ g/m}^2$  で  $\pm 0.3 \text{ g/m}^2$  の精度が得られており、いずれも測定環境にはほとんど影響されなかった。

## 〔発明の効果〕

本発明による測定方法の効果は次の 2 点に要約される。

## (1) 測定技術の向上

本発明の測定方法は従来の測定方法により水量、坪量が既知となっている多数のサンプルデータを

## 特開昭62-238447(4)

基準として特性式を決定する計測方法を採用して、従来の測定方法のように補正を加える必要が全くないので、その測定精度は著しく向上した。実施例の項で述べた様に、紙の場合水量の測定精度のばらつきは $\pm 0.2\%$ 以下、坪量で $\pm 0.3\text{g}/\text{m}^2$ 以下であり、従来の方法に於ける水量精度のばらつきが数%以上、坪量精度のそれが $\beta$ 線計測で数 $\text{g}/\text{m}^2$ であったことを考慮すると本発明による測定精度の向上は著しいものである。同時に、測定の信頼性、再現性、安定性、及び操作性に関しても従来の技術では不可能であった高い水準に到達しており、本発明が測定技術の向上に寄与する効果は極めて高い。

## (2) 紙の坪量の計測

従来はマイクロ波技術では不可能であった坪量の計測が実際に可能となった。実際、実施例でも述べた様に紙の場合は $10\text{g}/\text{m}^2 \sim 800\text{g}/\text{m}^2$ までの坪量の測定が可能となり、危険で高価な $\beta$ 線を利用する必要のない本発明の計測方法が当該分野に貢献する点は極めて大である。さらに、本発明の測

定方法に於いてはひとつのマイクロ波空洞共振器のみにより水量と坪量を同時に計測することができるので、従来個別にかつ別々の手段で計測されていた場合に比べて、極めて測定効率が良くなった。

特許出願人 株式会社ダイボール  
代理人弁理士 沢田雅男 外1名

PI0-3